

дорожной веткой для доставки твердого топлива (угля и др.) и санитарно-экологических требований.

Системы очистки дымовых газов из котлов и печей допускают возможность размещения КРТС в непосредственной близости от жилых зон и автомагистралей, по которым ТБО вывозятся за городскую черту.

Библиографический список

1. Алексеенко С.В., Басин А.С., Багрянцев Г.И., Малахов В.М., Гришин Е.Н., Глушков В.Г. Огневая технология утилизации твёрдых бытовых отходов // Исследования и разработки Сибирского отделения РАН в области энергoeffективных технологий. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009.
2. Алексеенко С.В., Басин А.С. Универсальная технология использования твёрдых бытовых отходов в качестве нетрадиционного топлива // Энергосбережение. 2004. № 4. С. 42-50.
3. Басин А. С. К вопросу о человеческом факторе в проблеме теплообеспечения населения сибирских городов // Энергетика: экология, надежность, безопасность. Томск: ТПУ, 1999. С. 6-7.
4. Алексеенко С.В., Басин А.С. Теплобезопасность как основа существования и развития городов и регионов // Экология и экономика: региональные проблемы перехода к устойчивому развитию: Взгляд в XXI век. Кемерово: Кемерововузиздат, 1997. Т. 2. С. 44-47.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛООВОГО НАСОСА В ПАРОТУРБИННОМ КОНТУРЕ АЭС С РЕАКТОРОМ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

*Семенов М.Ю., Ковин И.В., Ташлыков О.Л.
УрФУ*

Среди вопросов оптимизации паротурбинного контура важное место занимает вопрос утилизации сбросной низкопотенциальной теплоты.

Кроме того, тепловое загрязнение окружающей среды является неотъемлемой частью функционирования тепловых станций, в том числе работающих на ядерном топливе. Это приводит к значительным экологическим последствиям, как локального, так и глобального масштаба.

В связи с этим снижение тепловых сбросов, производимых тепловыми электростанциями в целом, и атомными станциями в частности, является достаточно актуальной задачей.

Одним из возможных способов повышения эффективности использования первичной теплоты, выделяемой в активной зоне реактора, а также уменьшения теплового загрязнения АЭС может стать применение теплового насоса в схеме турбоустановки станции.

В представленной работе в качестве возможных источников низкопотенциальной теплоты были исследованы режимы работы и параметры вспомогательных систем реакторного и турбинного отделений энергоблока №3 Белоярской АЭС с реактором БН-600.

Параметры охлаждающих и охлаждаемых сред и оборудования определялись с помощью контрольно-измерительных приборов по месту расположения оборудования, данных ИВС. В случае отсутствия штатных измерительных приборов использовались переносные приборы (например, термощуп ТХ-5.11).

На основании проведенного анализа были выявлены системы, наиболее эффективные с точки зрения утилизации их теплоты (например, система охлаждения масла ПЭН). Тепловая мощность, сбрасываемая с охлаждающей водой из основного конденсатора турбины велика, но неравномерность температуры воды на выходе из конденсатора в течение года, низкое ее значение в осенне-зимний период делают использование тепловых насосов в данном случае экономически невыгодным.

В качестве вариантов утилизации сбрасываемой вспомогательными системами низкопотенциальной теплоты с помощью тепловых насосов можно рассматривать:

- отопление административно-бытовых и производственных зданий АЭС;
- подогрев артезианской воды, используемой для системы отопления и горячего водоснабжения г. Заречного.

В настоящее время используемая система водяного центрального отопления требует при низкой наружной температуре поддержания температуры воды в системе отопления между 70 и 90 °С. Для этих зданий разрабатывается двойная система нагрева, в которой тепловой насос дополняет существующую систему.

Такие двойные системы рентабельны уже при получении от теплового насоса 25...50 % требуемой энергии. Только при низких температурах наружного воздуха включается в работу бойлер. В настоящее время в Германии работают 45 000 подобных тепловых установок. В новых зданиях тепловые насосы должны гарантированно работать в течение всего года [1].

Наиболее эффективно использование при отоплении зданий с помощью тепловых насосов теплых полов. Этот опыт может быть использован при проектировании зданий строящихся и проектируемых энергоблоков АЭС, в том числе БН-800.

Рассмотрена возможность установки тепловых насосов в схему подогрева питьевой артезианской воды для нужд города Заречного. Предполагается установить 3 тепловых насоса по 300 кВт (по одному на петлю). В качестве «холодного» источника используется теплота систем охлаждения ПЭНов и газоохладителей генераторов. Полученная теплота будет использоваться на подогревателях ТУЖ-1.

При этом дополнительно вырабатываемая мощность турбин составит $N=900$ кВт. Предварительная экономическая оценка показывает, что установка тепловых насосов в данном случае целесообразна. Дополнительная выработка электроэнергии за год составляет 7257600 кВт·ч. Срок окупаемости составляет 4,7 года, при норме от 3 до 5 лет.

В работе также был проведен анализ использования в схеме пароводяного контура АЭС теплового насоса, который будет обеспечивать теплом один из подогревателей низкого давления. При этом тепловой насос будет забирать определенное количество теплоты от охлаждающей воды на входе в основной конденсатор, тем самым снижая тепловые сбросы АЭС.

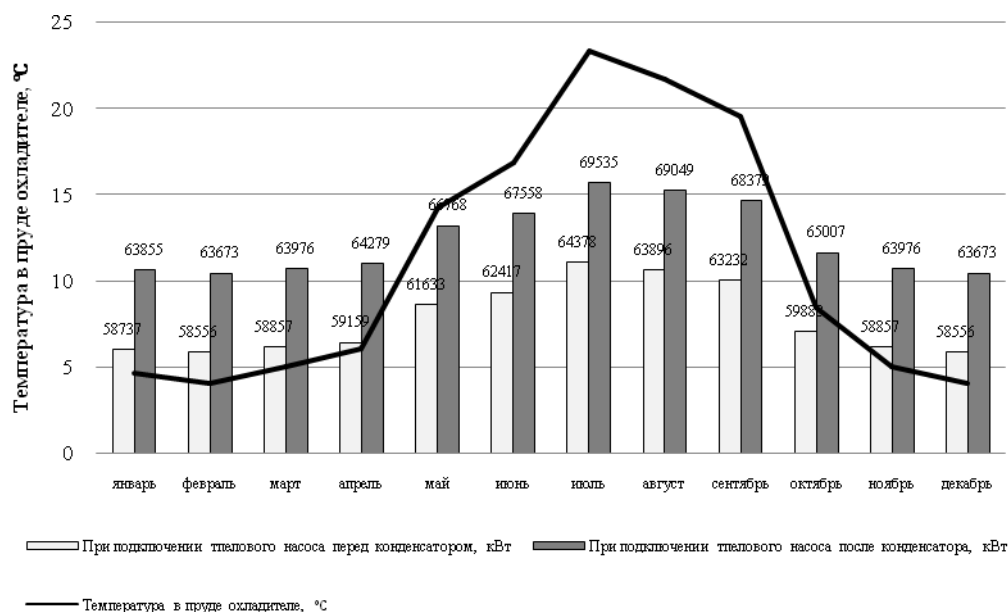
В работе выполнен сравнительный анализ эффективности работы теплового насоса при различных схемах подключения его испарителя:

- к охлаждающей воде на входе в конденсатор;
- к охлаждающей воде на выходе из конденсатора.

В обоих случаях в конечном итоге происходит уменьшение тепловых сбросов в окружающую среду и повышение вырабатываемой мощности блока.

Анализ эффективности применения данной схемы на АЭС с реакторами на быстрых нейтронах проведен применительно к Белоярской АЭС.

Были выполнены расчеты для существующего энергоблока с реактором БН-600, а так же для строящегося блока с реактором БН-800 (рисунок).



Абсолютное уменьшение тепловых сбросов энергоблока с реактором БН-600

На основании приведенных расчетов можно сделать выводы, что применение тепловых насосов в схеме АЭС позволяет уменьшить тепловые сбросы, производимые станцией, и тем самым повысить ее экологичность. Для энергоблока с реактором БН-600 сокращение теплового загрязнения составляет 5...6 %, а с реактором БН-800 – 4,4...5 %.

При этом наиболее экономичным является режим работы теплового насоса, при котором его испаритель подключается к каналу, отводящему охлаждающую воду от конденсатора.

Библиографический список

1. Данилов Н.И. Основы энергосбережения / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков; под ред. Н.И. Данилова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 564 с.
2. Семенов М.Ю., Ташлыков О.Л. Анализ эффективности использования тепловых насосов в схеме АЭС с реактором на быстрых нейтронах // Энергетика настоящего и будущего: Сб. материалов I Евразийской выставки и конференции. Ч. 1. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. С. 83-84
3. Семенов М.Ю., Ташлыков О.Л. Анализ эффективности использования тепловых насосов в схеме АЭС с реактором на быстрых нейтронах // Энергетика настоящего и будущего: Сб.

- материалов I Евразийской выставки и конференции. Ч. 2. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. С. 28-30.
4. Ковин И.В., Ташлыков О.Л. Анализ тепловых потерь энергоблока с реактором БН-600 через системы вентиляции и технического водоснабжения // Энергетика настоящего и будущего: Сб. материалов I Евроазиатской выставки и конференции 16-18 февраля 2010 г. Ч. 1. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. С. 67-69.

ВЭУ С НАКЛОННЫМИ ЛЕНТОЧНО-ВИНТОВЫМИ ВЕТРОРОТОРАМИ

*Тимофеев В.М., Станилевич М.А., Щеклеин С.Е.
ФГУП «НПО автоматики имени Н.А.Семихатова»
УрФУ*

В 2008 году на ФГУП «НПО автоматики» (НПОА) была создана группа альтернативной энергетики. Первой поставленной задачей стала разработка ветроэнергетической установки (ВЭУ).

Перед разработкой концепции построения ВЭУ были приняты следующие положения:

1. Не повторять известные конструкции: «Лучше остановиться, отойти в сторону и сделать своё, более функциональное» (Н.А. Семихатов), так как имеющимся производителям высококачественных установок чрезвычайно трудно составить конкуренцию, копируя существующие классические конструкции.

2. Простота конструктивного и технологического исполнения.

3. Привязка к существующим возможностям и технологиям.

Тем самым уменьшаются затраты на подготовку производства.

4. Максимальные унификация и модульность построения. Обеспечение серийности, преемственности и идентичности в конструкциях и применяемых технологиях.

Этим упрощается технология сборки и стоимость изготовления.

5. Отказ от применения импортных и дорогостоящих комплектующих взамен на разработку своих, более функциональных и дешёвых.

Это подразумевает отказ от западных технологий и загрузку собственного производства.

6. Применение недефицитных и относительно недорогих качественных материалов и необходимых покупных комплектующих, выпускаемых серийно в России.

7. Формирование собственной ниши на рынке ВЭУ.

Основываясь на вышеприведённых принципах построения работы при создании ветроустановки, а также исходя из результатов предварительных расчётов и испытаний экспериментальных моделей, была разработана концепция конструктивного построения ВЭУ:

- Наклонная ось ветрогенераторов, обеспечивающая возможность модульного построения ВЭУ и унификации конструктивов.

- Применение ленточно-винтового ветрогенератора, обладающего определёнными преимуществами по отношению к традиционным силовым агрегатам.